

ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПРОКАТА

Подкорытова А.В.

Руководитель – к.т.н. Худорожкова Ю.В., к.ф.-м.н. Задворкин С.М.
ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
ИМАШ УрО РАН, г. Екатеринбург
khjv@mail.ru

Введение

В данной работе исследовалась зависимость магнитных свойств, образцов из технически чистого железа и стали 12Х18Н10Т, от степени пластической деформации.

Известно, что при пластической деформации необратимо изменяется структура металла, а следовательно и его свойства. Различные магнитные свойства неодинаково чувствительны к структурным изменениям в материале. Так, намагниченность насыщения является фазочувствительной характеристикой и практически не чувствительна к изменениям, происходящим в структуре. Форма и площадь петли магнитного гистерезиса существенно зависят от структурного состояния и фазового состава ферромагнетика.

В качестве материала для исследований изготовили образцы в виде пластин из армко-Fe (содержание углерода до 0,02 %) с сечением 2×50 мм и стали 12Х18Н10Т с сечением 0,8×50 мм. Перед деформированием образцы из армко-Fe подвергались отжигу в вакуумной печи при температуре 700 °С в течении 60 минут. Образцы из стали 12Х18Н10Т закалялись на температуру 1000 °С в течении 30 минут.

Образцы деформировали холодной прокаткой до деформации $\varepsilon \approx 0,70$ с шагом 0,1...0,2 ($\varepsilon = \ln \frac{S}{S_0}$, где S_0 – площадь сечения исходного

образца, S – площадь исследуемого образца). Прокатку осуществляли вдоль длинной оси образцов на стане Дуо 260 с постоянной скоростью прокатки при комнатной температуре. Затем с помощью фрезерования изготовили разрывные образцы (длина рабочей части 80 мм, ширина 20 мм).

Измерения магнитных характеристик образцов проводили в замкнутой магнитной цепи по схеме пермеамметра на магнитоизмерительном комплексе *Remagraph C-500*. Магнитное поле прикладывали строго вдоль оси образца (вдоль направлении прокатки), при этом ось измерительной катушки индукции была также параллельна этой оси. Напряженность внутреннего поля образцов, максимальное значение которого достигало 60 кА/м, измеряли с помощью магнитного потенциалметра. Запись петли магнитного гистерезиса осуществляли на плоскости *B-H* путем запоминания 2500 точек. Погрешность измерения

поля и индукции не превышала $\pm 3\%$. По предельным петлям магнитного гистерезиса определяли коэрцитивную силу H_c и остаточную индукцию B_r , максимальную магнитную проницаемость μ_{\max} и поле максимальной магнитной проницаемости $H_{\mu\max}$.

На магнитные характеристики ферромагнетиков влияют размер и ориентация зерна. Как известно, микроструктура армко-Fe – феррит, и если его подвергать однородной деформации, то зерна не только вытягиваются вдоль действующей силы, но и приобретают предпочтительную кристаллическую ориентировку в этом направлении, в результате чего появляется текстура. При этом происходит измельчение зерна, то есть увеличение доли межзеренных границ, являющихся препятствием на пути движения дислокаций в металле, и дислокации скапливаются на границах зерен, упрочняя металл. В то же время границы зерен являются препятствиями для смещающихся доменных границ. Таким образом, уменьшение размеров зерна (увеличение протяженности границ в ферромагнетике) сопровождается увеличением величины коэрцитивной силы. Магнитная проницаемость μ_{\max} является обратно пропорциональной величине H_c , и, соответственно, уменьшается.

В исходном состоянии структура стали 12X18H10T представляла собой аустенит, вследствие чего материал являлся слабомагнитным. Фазовые превращения, происходящие в исследуемой стали при деформации, приводят к формированию в структуре более магнито жесткой составляющей – мартенсита. Об этом свидетельствует характер изменения намагниченности насыщения. Видно, что при степени деформации $\varepsilon_{\text{пр}}$ превышающей 0,2 начинается интенсивное протекание фазового превращения $\gamma \rightarrow \alpha$, количество магнитной фазы увеличивается, что в итоге приводит к росту намагниченности насыщения примерно в 40 раз. Для коэрцитивной силы характерна неоднозначная зависимость. До степени деформации $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,33$ наблюдается довольно резкое увеличение H_c , максимальная магнитная проницаемость на этом участке остается постоянной. На этом участке образовавшийся мартенсит представляет собой отдельные кристаллы небольших размеров (возможно даже монокристаллы) и более энергетически выгодно становится состояние однородной намагниченности, что может давать повод говорить о критерии однодоменности. При степени деформации прокаткой больше 0,33 H_c начинает снижаться. Это, возможно, объясняется тем, что магнитной фазы (в нашем случае мартенсита) становится больше (намагниченность насыщения на этом участке начинает расти более интенсивно), отдельные его частички начинают взаимодействовать друг с другом, происходит отход от доменного состояния. Т.е. в таком состоянии энергетически выгодно для процесса перемангничивания многодоменная

структура. Наряду со снижением H_c наблюдается рост максимальной магнитной проницаемости в 4 раза.

В результате исследований выявлена стадийность изменения магнитных свойств ферромагнитного и неферромагнитного материалов в процессе деформирования прокаткой.